

تجزیه و تحلیل کیفیت محیط زیست شهری با استفاده از میانگین وزنی مرتب شده (OWA) در شهر

مشهد

دکتر محمدرحیم رهنما

استاد گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات علوم انسانی دکتر علی شریعتی دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد. ایران

rahnamarahim@gmail.com

سید حسین حسینی

دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات علوم انسانی دکتر علی شریعتی دانشگاه

فردوسی مشهد. ایران (نویسنده مسئول، hmirak71@gmail.com)

محمدرضا عرب

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات علوم انسانی دکتر علی

شریعتی دانشگاه فردوسی مشهد. ایران Arab.mohammadreza@mail.um.ac.ir

چکیده

امروزه کیفیت محیط زیست در فضاهای شهری به موضوعی بحث برانگیز تبدیل شده است، که در پژوهش های مختلف به عنوان پاسخی به بسیاری از مشکلات اخیر شهرها مورد بحث قرار گرفته است. این موضوع با توجه به ویژگی های محسوس و ناملموس خود، به یکی از دغدغه های اصلی هر جامعه ای تبدیل شده است. هدف تحقیق حاضر تحلیل فضایی کیفیت محیط زیست شهر مشهد با استفاده از رویکرد تصمیم گیری چندمعیاره (MCE) و تکنیک میانگین وزنی مرتب شده (OWA) می باشد. در این پژوهش شاخص های تحقیق شامل پوشش گیاهی، آلودگی هوا، دمای سطح زمین، تراکم جمعیت، میزان حاشیه نشینی، آسیب پذیری ساختمان ها، پوشش شبکه فاضلاب و آلودگی صوتی با استفاده از نرم افزارهای Arc GIS و TerrSet عضویت دهی فازی و ترکیب گردید. روش میانگین وزنی مرتب شده با وزن دهی مجدد به معیارها خطاهای ترکیب وزن دهی اولیه معیارها با روش وزن دهی (AHP) را کاهش می دهد و از طریق تعدیل ضرایب در الفای متفاوت مجموعه ای از سناریو های تصمیم گیری در اختیار تصمیم گیران قرار می دهد. نتایج تحقیق

نشان می‌دهد که در خوش‌بینانه‌ترین حالت (ریسک‌پذیری بالا) و بدبینانه‌ترین حالت (ریسک‌پذیری کم) مناطق شمال شرق مشهد مناطق ۳، ۴، ۵ و ۶ محیط زیستی با کیفیت پایین دارد. با توجه به شرایط مدیریت شهری و سناریو پیشنهادی تحقیق ۱۵ درصد از وسعت شهر مشهد که در طبقه با کیفیت خیلی کم و کم قرار دارد، نیاز به توجه ویژه مدیران شهری برای بهبود کیفیت شاخص‌های محیطی دارد.

کلمات کلیدی: کیفیت محیط‌زیست شهر، تصمیم‌گیری چندمعیاره، میانگین وزنی مرتب شده (OWA)، ریسک‌پذیری، شهر مشهد

مقدمه

«کیفیت زندگی شهری در قرن بیست و یکم ویژگی‌های تمدن را مشخص می‌کند» (هاروی^۱، ۱۹۹۶).

طی دهه‌های گذشته، شهرنشینی شتابان و تمرکز صنایع در شهرها منجر به رشد فوق‌العاده شهرها شده است به طوری که بیش از ۸۰٪ از تولید ناخالص داخلی جهان در شهرها صورت می‌گیرد. گرچه این روند، منافع زیادی را برای شهرها به همراه داشته است و شهرها را به مراکز کلیدی اقتصادی و سیاسی تبدیل کرده است (ستو و همکاران^۲، ۲۰۱۱. زوی^۳، ۲۰۱۹. یان جان و وانگ^۴، ۲۰۱۱). با این حال، روند ذکر شده تعداد فزاینده‌ای از مسائل زیست‌محیطی از قبیل کاهش کیفیت و آلودگی آب و هوا، کاهش منابع آب، آلودگی صوتی، از میان رفتن تنوع زیستی و غیره را به همراه داشته است. عامل اصلی مشکلات زیست‌محیطی شهرها را می‌توان در رشد بی‌رویه جمعیتی و اقتصادی شهرها نسبت به مناطق پیرامونی بدون توجه به ساختار و بستر اکولوژیکی آنها دانست (وانگ و همکاران^۵، ۲۰۱۵). شهرها با بخش عظیمی از جمعیت جوامع انسانی که در خود جا داده‌اند در مقابل واکنش‌های محیطی حساس‌تر و شکننده‌تر از گذشته شده است (احمدی^۶، ۲۰۰۱). به‌عنوان نمونه بر اساس آمارهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) سالانه حدود ۷ میلیون نفر بر اثر آلودگی هوا دچار مرگ زود رس می‌شوند (مرکز پایش آلاینده‌های زیست‌محیطی مشهد، ۱۳۹۵).

موضوع کیفیت محیط‌زیست شهری در سال‌های اخیر به یک بحث تخصصی و عمومی در جامعه تبدیل شده است و مورد توجه عموم مردم به لحاظ یک ماهیت زندگی قرار گرفته است. تمام مشکلات و معضلات شهری یک مؤلفه کیفیت زیست‌محیطی و کالبدی دارند، به همین دلیل در سال‌های اخیر توجه به مدیریت محیطی و کیفیت زندگی و اجتماعات سالم مورد توجه برنامه‌ریزان شهری و ساکنین شهرها قرار گرفته است (مورایس و

⁵ Wang
⁶ Ahmadi

³ Zeve
⁴ Yanjun and Wang

¹ Harvey
² Seto et al

کامانها^۱، ۲۰۱۱). بر اساس آمار سازمان ملل، در سال ۲۰۳۰ بیش از ۹۰ درصد مردم جهان در مناطق شهری زندگی خواهند کرد. با این وجود تنها ۲ درصد از مساحت کره زمین را به خود اختصاص داده‌اند، (مگا و پدرسن^۲، ۱۹۹۸؛ امین زاده و خان سفید^۳، ۲۰۱۰). در پاسخ به مشکلات زیست‌محیطی شهرها و برای دستیابی به توسعه پایدار مجموعه‌ای از مدل‌های توسعه شهری مانند شهرهای کم کربن، شهرهای هوشمند، شهرهای بدون کربن، با اقداماتی از جمله کاهش فقر، مدیریت مؤثر زمین، بهره‌وری انرژی، نگرش محتاطانه نسبت به آب منابع، کاهش فشار حمل‌ونقل و توسعه امکانات عمومی پیشنهاد می‌شود (هریس^۴، ۲۰۲۰؛ سارکر و همکاران^۵، ۲۰۱۸).

ارزیابی چندمعیاره (MCE) یک ابزار عملیاتی برای پرداختن به مسائل تصمیم‌گیری با استفاده از معیارهای چندگانه است (مونتگومری و دراگیسویک^۶، ۲۰۱۶). ترکیب فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های ارزیابی چندمعیاره می‌تواند گزینه مناسبی جهت تحلیل و شناسایی مسائل محیطی باشد؛ ولی به این نکته باید توجه نمود که با روی هم قرار دادن معیارها به صورت همپوشانی نمی‌تواند به نتایج کامل ختم شود. در حال حاضر، روش‌های ارزیابی در حال پویایی و غنی شدن هستند و روش‌های متعدد ارزیابی به جریان اصلی رویکرد تصمیم‌گیری تبدیل شده است. یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره، میانگین وزنی مرتب شده (OWA)^۷ می‌باشد که برای رتبه‌بندی وزن‌ها و معیارها یک ارزیابی تحت اولویت‌های متفاوت را ارائه می‌دهد (وانگ و همکاران^۸، ۲۰۱۵). در حال حاضر، روش OWA برای تصمیم‌گیری جغرافیایی به کار گرفته می‌شود (خان و همکاران^۹، ۲۰۲۱)، بنابراین با تلفیق مدل AHP و OWA در تحلیل مسائل فضایی و محیطی نتایج مناسب‌تری به دست خواهد آمد.

ارزیابی کیفیت محیطی متشکل از مجموعه‌ای از شاخص‌های ناهمگون از جمله مؤلفه‌های بیوفیزیکی (دمای سطح زمین، شاخص ایجاد اختلاف نرمال شده، شاخص پوشش گیاهی تفاوت نرمال شده، و غیره) (جین و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۱؛ میوسی و همکاران، ۲۰۱۸)، متغیرهای هیدروژئوشیمیایی (کلسیم، سدیم، سولفات و غیره)، (باتابیل و چاکرابورتی^{۱۱})، پارامترهای کیفیت هوا (دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن، ذرات معلق و غیره) (بایراکتار و تورالیقلو^{۱۲}، ۲۰۰۵)، آلودگی صوتی (استمتو^{۱۳}، ۲۰۱۴) تراکم جمعیت، تراکم خانوار، درصد سواد و غیره (فیصل و شاکر، ۲۰۱۷) می‌باشد. در بیشتر پژوهش‌های انجام شده برای تحلیل کیفیت محیط زیست شهری

¹⁰ jain et al

¹¹ Batabyal & Chakraborty

¹² Bayraktar & Turalioglu

¹³ Istamto

⁶ Montgomery & Dragicevic

⁷ Ordered Weighted

Averaging

⁸ Wang et al

⁹ Khan et al

¹ Morais & Camanho

² Mega & Pedersen

³ Aminzadeh & Khansefid

⁴ harris

⁵ Sarker et al

از روش همپوشانی شاخص‌ها با روش خطی (WLC) استفاده شد؛ بنابراین در ادامه به پژوهش‌هایی اشاره می‌شود که به صورت نوین از سایر روش‌ها استفاده کرده‌اند. (کریشنان و فیروز^۱ ۲۰۲۰) در تحقیق تحت عنوان ارزیابی منطقه‌ای کیفیت محیط شهری و تحلیل فضایی آن با استفاده از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی^۲ (PCA) برای تهیه نقشه کیفیت محیط شهر ارناکولام^۳ هند استفاده کرده است. (نیکوفام و مبارکی^۴، ۲۰۲۰) در تحقیق با عنوان ارزیابی کیفیت زندگی در محیط شهری؛ مطالعه موردی: فاماگوستا، شمال قبرس به ارزیابی و معرفی شاخص‌های عینی و ذهنی کیفیت زندگی در شهر فاماگوستای قبرس پرداخته‌اند. (قنبری، ۱۳۹۶) در تحقیق تحت عنوان زیست‌پذیری، رهیافتی نوین در برنامه‌ریزی شهری (مطالعه موردی کلان‌شهر مشهد) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل آنتروپی^۶ و ویکور^۷ به رتبه‌بندی مناطق شهر مشهد پرداخته است. اسدی و همکاران نیز در تحقیقی با عنوان بررسی کیفیت محیط‌زیست زندگی شهری با استفاده از تحلیل چندمعیاره مکانی در منطقه ۶ تهران با استفاده از تلفیق مدل وزن‌دهی AHP و مدل OWA به تحلیل وضعیت شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست شهری پرداخته‌اند (جوانبخت، و همکاران، ۱۳۹۸) در تحقیقی تحت عنوان مدل‌سازی مکانی - زمانی کیفیت محیط‌زیست شهری با استفاده از روش Fuzzy-AHP به مطالعه کیفیت محیط‌زیست شهری در مناطق ۳، ۶ و ۱۱ تهران پرداخته است.

در ایران با تراکم و تمرکز بالای جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در چند شهر بزرگ، باعث افزایش آلاینده‌ها و آسیب‌های جدی به محیط‌زیست این شهرها شده است که یک تهدید بزرگ برای سلامت و آرامش ساکنین می‌باشد (رباتی و همکاران^۸، ۲۰۱۵). شهر مشهد به عنوان دومین کلان‌شهر ایران و محدوده مورد مطالعه در پژوهش حاضر به لحاظ فضایی و جمعیتی رشد خیلی زیادی را در دهه‌های اخیر داشته است به طوری که جمعیت این شهر از سال ۱۳۳۵ با جمعیت ۲۴۱،۹۸۹ به جمعیت ۳،۰۰۱،۱۸۴ در سال ۱۳۹۵ رسیده است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۵:۳۵). در مجموع محلات حاشیه‌نشین مشهد بر اساس آمار سال ۱۳۹۰ به میزان ۳۳ درصد از جمعیت و ۲۲ درصد از وسعت شهر مشهد را شامل می‌شود (اکبری، ۱۳۹۶:۱۶۳). این روند افزایش کالبدی و جمعیتی شهر همراه با عدم توجه به معیارهای شهرگرایی تخریب زیست محیط شهر مشهد را به همراه داشته است. چالش‌هایی از قبیل، آلودگی هوا، چالش‌های مدیریتی، بافت فرسوده و حاشیه‌نشین، مسائل اقلیمی، آلودگی‌های صوتی، زیستی، زباله، فاضلاب، آلودگی منابع آب، پسماند، فقر، جزایر حرارتی و غیره

⁷ Vikor
⁸⁸ Robati et al

⁴ Nikoofam & Mobaraki

⁵ Famagusta

⁶ Entropy

¹ Krishnan & Firoz

² Principal component analysis

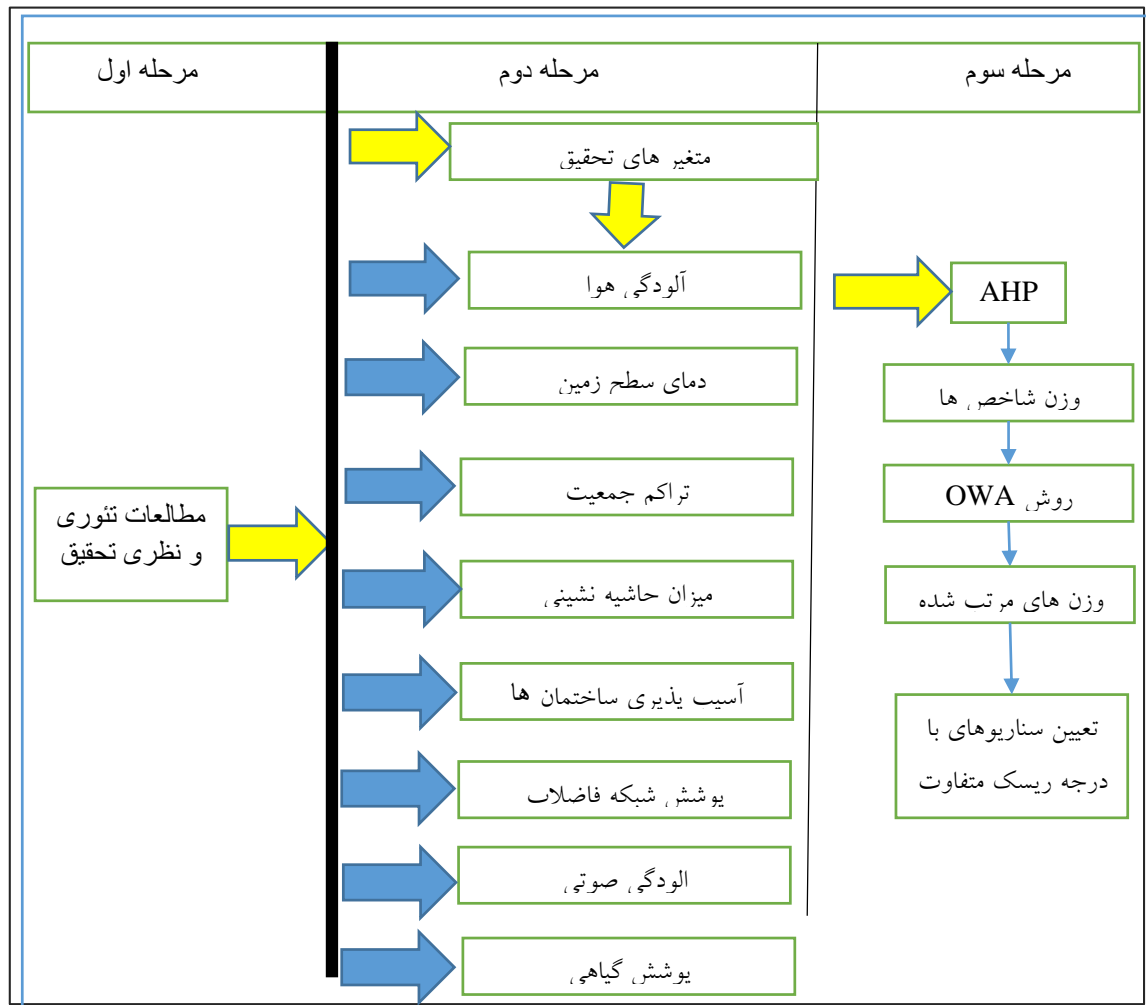
³ Ernakulam

مواجهه بوده است. از این رو، تحقیق حاضر با در نظر گرفتن مهم‌ترین چالش‌ها و مشکلات زیست‌محیطی در صدد تحلیل فضایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد می‌باشد.

هدف از انجام تحقیق حاضر این است که با در نظر گرفتن معیارها و شاخص‌های مهم و تاثیرگذار بر کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد با استفاده از تلفیق روش تحلیل سلسه‌مراتبی AHP و روش میانگین‌گیری وزنی مرتب‌شده (OWA)، پراکندگی فضایی کیفیت محیط‌زیست را در سطح مناطق شهر مشهد در سناریوهای مختلف مشخص نماید.

روش تحقیق

تحقیق حاضر به لحاظ هدف، کاربردی می‌باشد و ماهیت آن توصیفی - تحلیلی است. جامعه آماری تحقیق محدوده شهر مشهد می‌باشد. در ابتدا، با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با اساتید دانشگاهی و متخصصین برنامه‌ریزی شهری و نیز استفاده از مراجع علمی معتبر که در زمینه موضوع تحقیق انجام‌گرفته است، شاخص‌ها و معیارهای تحقیق استخراج گردید. سپس معیارهای تحقیق با استفاده از پرسش‌نامه از نظر نخبگان و متخصصین شهری با رویکرد مدل AHP مورد ارزیابی و وزن‌بندی قرار گرفتند. روش نمونه‌گیری هدفمند (اتفاقی) و تعداد ۱۸ پرسش‌نامه تکمیل گردید. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و TerrSet اقدام به تجزیه و تحلیل فضایی معیارهای تحقیق با استفاده از منطق فازی پرداخته شد. در پایان با استفاده از مدل OWA معیارها در سناریوهای (ریسک‌های) گوناگون مورد ترکیب قرار گرفت.



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

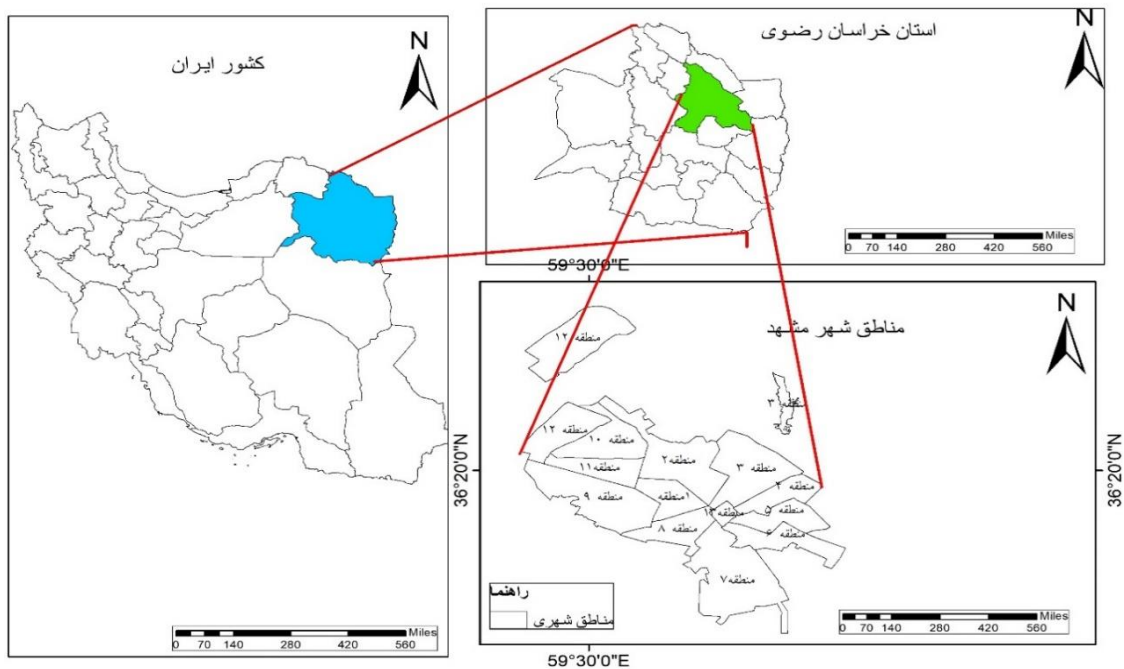
با توجه به موضوع تحقیق به منظور تحلیل مکانی کیفیت محیط زیست شهری و شاخص های در نظر گرفته نیاز به داده های مکانی می باشد. در این بخش به معرفی داده های مکانی مورد استفاده و منبع هر یک پرداخته می شود.

جدول ۱. شاخص ها تحقیق و منبع تهیه داده ها

شاخص	منبع
پوشش گیاهی	تصاویر ماهواره ای (لندست ۸، میانگین سال ۲۰۲۰)
آلودگی هوا	داده آلودگی هوای (شهرداری مشهد)
دمای سطح زمین	تصاویر ماهواره ای لندست ۸ (میانگین سال ۲۰۲۰)
تراکم جمعیت	داده جمعیت (شهرداری مشهد)
میزان حاشیه نشینی	داده های شهرداری مشهد

آسیب‌پذیری ساختمان‌ها	داده‌های شهرداری مشهد (تلفیق قدمت ساختمان، نوع مصالح، و تراکم جمعیت)
پوشش شبکه فاضلاب	داده‌های شهرداری مشهد
آلودگی صوتی	تلفیق تراکم جمعیت با حریم راه‌های درجه یک و دو شهر

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، در شمال شرقی ایران میان دو رشته ارتفاعات هزار مسجد - کپه داغ در شمال و محور بینالود - شاه جهان در جنوب واقع شده است. این شهر در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۷ دقیقه و در حوضه آبریز کشف رود قرار دارد. ارتفاع شهر مشهد از سطح دریا ۹۹۹ متر و فاصله آن از تهران ۹۶۶ کیلومتر است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۳، ۲۵). شهر مشهد به‌عنوان اولین کلان‌شهر مذهبی ایران و دومین آنها در جهان از جایگاهی ویژه به لحاظ وسعت، جمعیت و اهمیت در مقیاس جغرافیایی و اداری برخوردار است. این شهر دارای سیزده منطقه شهرداری است. جهت عمومی جریان‌ات هوا که مشهد را تحت تأثیر قرار می‌دهد شمال شرقی و شمال غربی بوده و جهت وزش باد غالب در این منطقه از جنوب و جنوب شرقی است (سازمان هواشناسی خراسان رضوی، ۱۳۹۵).



شکل ۲. منطقه مورد مطالعه

از نظر رشد جمعیت شهر، این شهر در سال ۱۳۳۵ دارای ۲۴۱,۹۸۹ نفر و در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر به ۳,۰۰۱,۱۸۴ رسیده است. (شهرداری مشهد، ۱۳۹۵، ۳۵) جدول ۲ توزیع جمعیت شهر را در سال ۱۳۹۵ به تفکیک مناطق شهر مشهد نشان می‌دهد؛

جدول ۲. جمعیت شهر مشهد به تفکیک مناطق

مناطق	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲	منطقه ۱۳
جمعیت	۲۷۶,۰۳۹	۴۳۴,۷۲۹	۳۸۷,۸۶۲	۲۴۶,۲۹۶	۲۶۸,۸۷۴	۲۳۰,۲۸۹	۲۲۹,۹۴۰	۹۴,۲۲۷	۳۰۰,۵۳۹	۲۶۵,۲۰۵	۱۹۲,۳۵۵	۶۰,۳۷۳	۲۱,۴۵۶

مأخذ: مرکز آمار شهرداری مشهد، ۱۳۹۵

برای انجام تحقیق حاضر از روش‌ها و تکنیک‌هایی شامل منطق فازی جهت ایجاد شرایط نسبی و نرمال شده برای همه شاخص‌ها، تکنیک وزندهی AHP برای کمک به وزن دهی شاخص‌های تحقیق و روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) برای ارائه سناریو در شرایط مختلف استفاده گردید در ادامه مفاهیم کلیدی و اساسی هر روش یا تکنیک به صورت تفصیلی ارائه گردیده است؛

منطق فازی و تئوری مجموعه‌های فازی توسط پروفیسور لطفی‌زاده برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ معرفی گردید (جیانگ و استمن^۱، ۲۰۰۰). این منطق بر اساس شرایط عدم قطعیت در تصمیم‌گیری‌ها می‌تواند به صورت نسبی به تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان کمک کند. در این بین منطق فازی همراه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تلفیق آن با مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند ابزار مناسبی برای تجزیه و تحلیلی جهت ارزیابی تناسب می‌باشد (جانکوفسکی و ریچارد^۲، ۱۹۹۴)

در این مطالعه، برای وزن‌دهی اولیه شاخص‌ها از مدل AHP استفاده شده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت استخراج مقایسه‌های نسبی از مقایسه زوجی داده‌های گسسته و پیوسته به کار می‌رود این مقایسه‌ها ممکن است برای اندازه‌گیری‌های واقعی به کار رود یا اینکه نشان‌دهنده‌ی وزن نسبی ترجیحات باشد (ساتی^۳، ۲۰۰۴: ۴). تکنیک AHP برای کمک به وزن‌دهی چندعاملی به صورت عینی، ریاضی و صحیح در طول فرایند خود استفاده می‌شود (باقری و همکاران^۴، ۲۰۱۲). فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تجزیه و تحلیل تناسب مبتنی بر GIS برای طیف گسترده‌ای از مسائل ارزیابی تناسب در چند دهه اخیر اعمال شده است (همان، ۲۰۱۲).

³ saaty
⁴ Bagheri et al

¹ Jiang & Estman
² Jankowski & Richard

در نهایت و در مرحله نهایی تحقیق جهت ارائه سناریو های مختلف از روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) استفاده گردید. با توجه به نوین بودن و پیچیدگی های موجود در این روش، لازم است توضیحاتی بیشتری ارائه گردد؛

برای ترکیب و روی هم اندازی معیارها در مجموعه های فازی سه نوع عملیات اساسی وجود دارد: ۱- عملیات اشتراک مجموعه های فازی^۱ ۲- عملیات اجتماع مجموعه های فازی^۲ ۳- عملیات میانگین گیری. یاگر روش OWA را به عنوان کلاسی از مدل های ترکیبی چندمعیاره توسعه داد که بر پایه عملیاتی از تلفیق سه نوع تابع ترکیبی فوق می باشد. این مدل عملیات ترکیب پیوسته ای را بین اشتراک معیارها (AND) و اجتماع معیارها (OR) با تلفیق میانگین گیری وزنی که حد متوسط آن دو قرار می گیرد، فراهم می آورد (مالچوسکی^۳، ۱۹۹۹). این عملگر در مقوله عملگرهای فازی توازنی بوده و شرایط مناسبی از درجه AND بودن و OR بودن ایجاد می کند (خان و النویری^۴، ۲۰۰۴)

در روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) بعد از تعیین وزن اولیه شاخص ها، مجدداً می توان معیارها را ترکیب نمود و وزن های سفارش جدید را با توجه به وضعیت سفارش جدید اختصاص داد. این روش خطاهای ترکیب وزن معیارها را کاهش می دهد. از طریق تعدیل ضرایب ریسک در این روش، نتایج تصمیم گیری جامع ریسک با ترجیحات و اولویت های مختلف به دست می آید (فلورس سوسا^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). روش OWA یک مدل مناسب برای تولید انواع راه حل ها و سناریوهای پیش بینی یک مجموعه در ریسک های مختلف می باشد. علاوه بر این، اتخاذ روش OWA ارزیابی جامعی همراه با پیامدهای گسترده را تضمین می کند (ذبیحی و همکاران^۶، ۲۰۱۹). شکل ۳ نمای کلی روش OWA را نشان می دهد، در این تصویر بر روی محور X میزان ریسک پذیری نشان داده شده است، که محدوده ای از احتیاط شدید (ریسک کم) تا ریسک زیاد را مشخص می کند و بر روی محور Y محدوده از عدم سازش تا حداکثر سازش بین معیارها را نشان می دهد.

⁵ Flores-Sosa et al

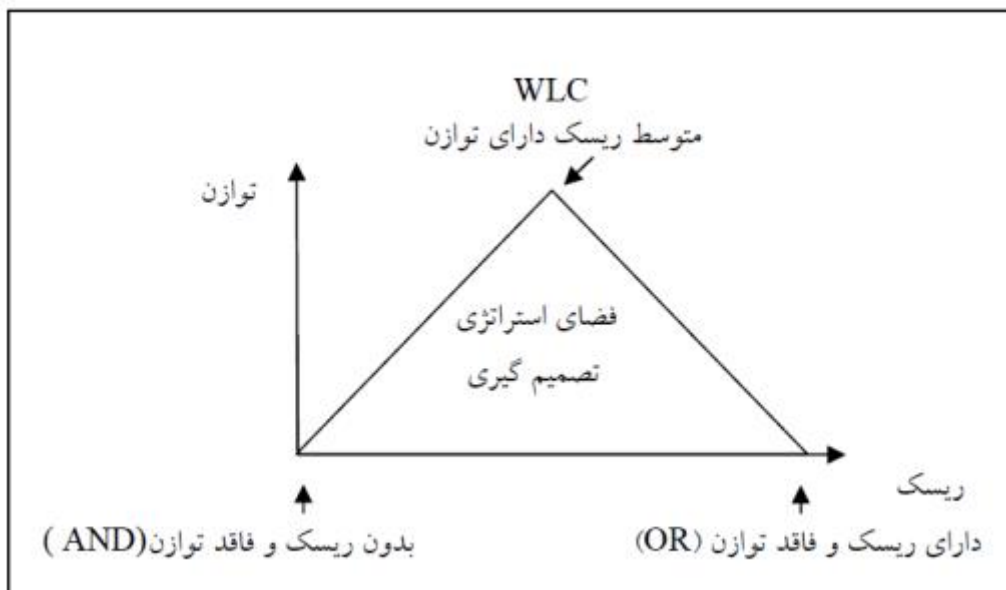
⁶ Zabihi et al

³ Malczewski

⁴ Khan & Alnuweiri

¹ Intersection

² Union



شکل ۳. مثلث تصمیم‌گیری را برای مدل تصمیم‌گیری OWA

اساساً، دو پارامتر، ANDness و ORness و TRADEOFF، برای مشخص کردن ماهیت روش OWA استفاده می‌شود، که با استفاده از معادلات زیر بدست می‌آیند (ذبیحی و همکاران، ۲۰۱۹):

$$\text{ANDness} = (1/(n - 1)) \sum ((n - i) W_{\text{order } i}) \quad \text{(معادله 1)}$$

$$\text{ORness} = 1 - \text{ANDness} \quad \text{(معادله 2)}$$

که در این معادله n تعداد کل عوامل، i مرتبه عوامل، و $W_{\text{order } i}$ وزن عامل مرتبه i می‌باشد. عملگر میانگین وزنی مرتب شده (OWA) عملیات تجمیع فازی پیوسته بین تقاطع فازی حداقل (AND) تا حداکثر (OR) را ارائه می‌دهد (وانگ و پارکان^۱، ۲۰۰۵). مقادیر ORness در محدوده ۰ تا ۰,۵ نشان دهنده استراتژی‌های تصمیم‌گیری بدبینانه است، در حالی که مقادیر بیشتر از ۰,۵ نشان دهنده استراتژی‌های تصمیم‌گیری خوش بینانه است (فرتی و پوماریکو^۲، ۲۰۱۳: ۵۱۱). اگر ORness برابر با ۰,۵ باشد، تصمیم‌گیرنده نسبت به ریسک یا ریسک خنثی بی تفاوت است برای تخصیص وزن‌های سفارش از رویکرد اختلاف حداقل تا حداکثر به شرح زیر به دست می‌آید (وانگ و پارکان^۳، ۲۰۰۵).

³ Wang and Parkan

² Ferretti and Pomarico

¹ Wang and Parkan

$$\left\{ \frac{Max}{j \in \{1, \dots, n-1\}} | v_j - v_{j+1} | \right\} \quad \text{معادله (۳)}$$

$$\alpha = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (n-j)v_j, \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن "a" درجه AND و OR را منعکس می‌کند که می‌تواند درجه ریسک و مبادله را با نمایش کمیت‌های افزایشی و کاهش‌ی منعکس کند و به‌طور کلی نشان‌دهنده میزان ریسک‌پذیری یا ریسک‌گریزی می‌باشد. براین اساس معادله زیر مقدار درجه مبادله را نشان می‌دهد، (zabihi et al, 2019)

$$\text{TRADEOFF} = 1 - \sqrt{\frac{n(\sum W_{\text{order } i-1/n})^2}{n-1}} \quad \text{معادله (۵)}$$

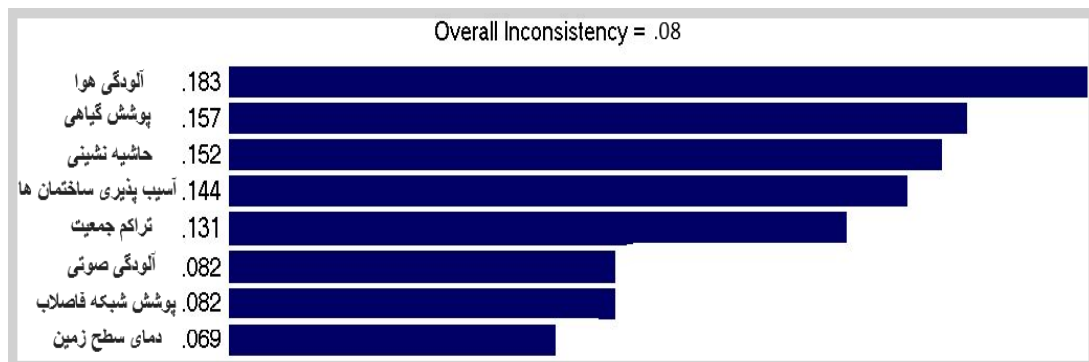
مبادله درجه‌ای است که یک معیار می‌تواند معیار دیگری را جبران کند و ریسک ممکن است به‌عنوان احتمال اشتباه بودن تصمیم گرفته شده درک شود (فرتی و پوماریکو، ۲۰۱۳: ۵۱۰).

یافته‌ها:

در ابتدا داده‌های مورد نیاز تحقیق که از ادارات و سازمان‌های شهری و منابع سنجش از دور تهیه گردیده است، مورد بازبینی قرار گرفت و مخصوصاً برای داده‌های سنجش از دور تصحیحات (اتمسنفری و هندسی) مورد نیاز روی تصاویر انجام گرفت. پس از مرحله بازبینی، داده‌ها با توجه به روش‌ها و الگوریتم‌های بیان شده، معیارهای تحقیق استخراج گردید و برای مشخص کردن تاثیر هر یک از معیارها در تحلیل فضایی تحقیق با استفاده از روش AHP وزن هر معیار محاسبه گردید که در شکل ۴ نمایش داده شده است. همچنین ضریب ناسازگاری بدست آمده ۰,۰۸ است که نشان‌دهنده قابل قبول بودن مقایسه زوجی می‌باشد. نتایج حاصل از شکل ۴ نشان‌دهنده این است که آلودگی هوا با وزن ۰,۱۸۳ و پوشش گیاهی با وزن ۰,۱۵۷ به ترتیب دارای بیشترین و دمای سطح زمین با وزن ۰,۰۶۹ و پوشش شبکه فاضلاب با وزن ۰,۰۸۲ به ترتیب دارای کمترین اهمیت در ارزیابی کیفیت محیط زیست شهری در منطقه مورد مطالعه است. در ادامه در محیط نرم

افزار Arc GIS با استفاده از توابع فازی شاخص ها نرمالسازی و مطلوبیت سنجی برای هر شاخص انجام گرفت که در شکل ۵ نشان داده شده است.

شکل ۴. وزن معیارهای تحقیق بر اساس روش AHP

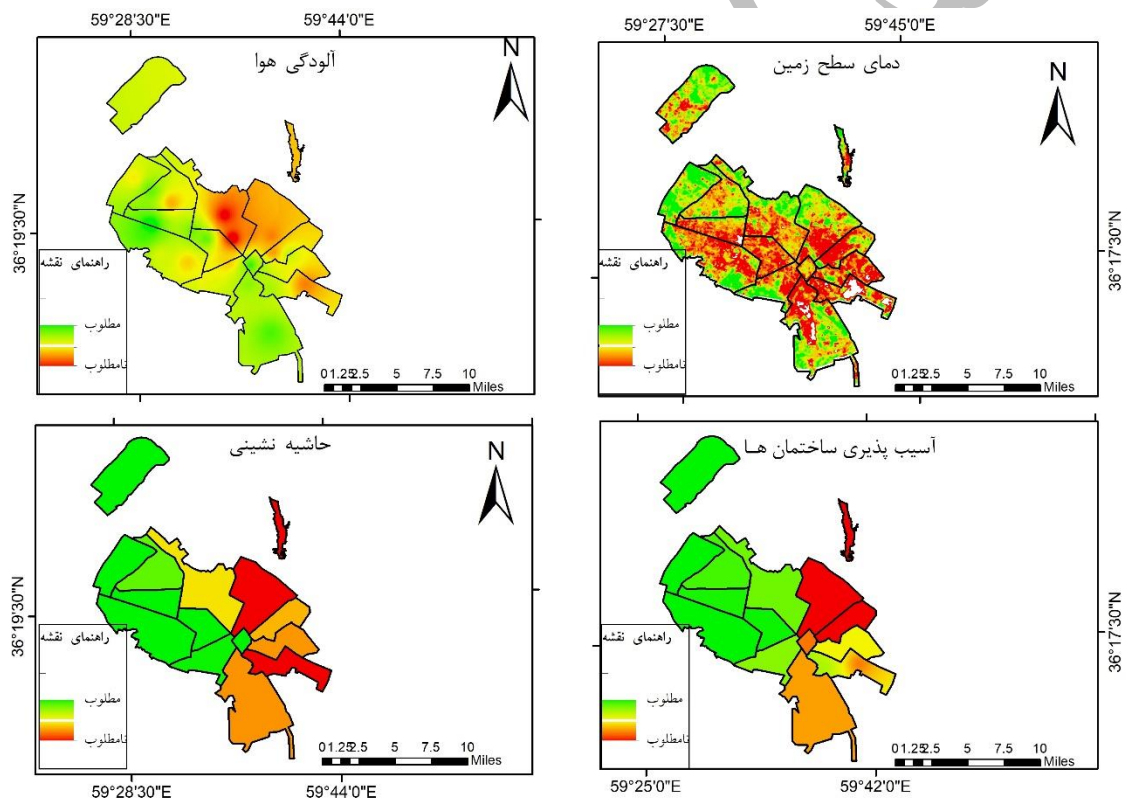


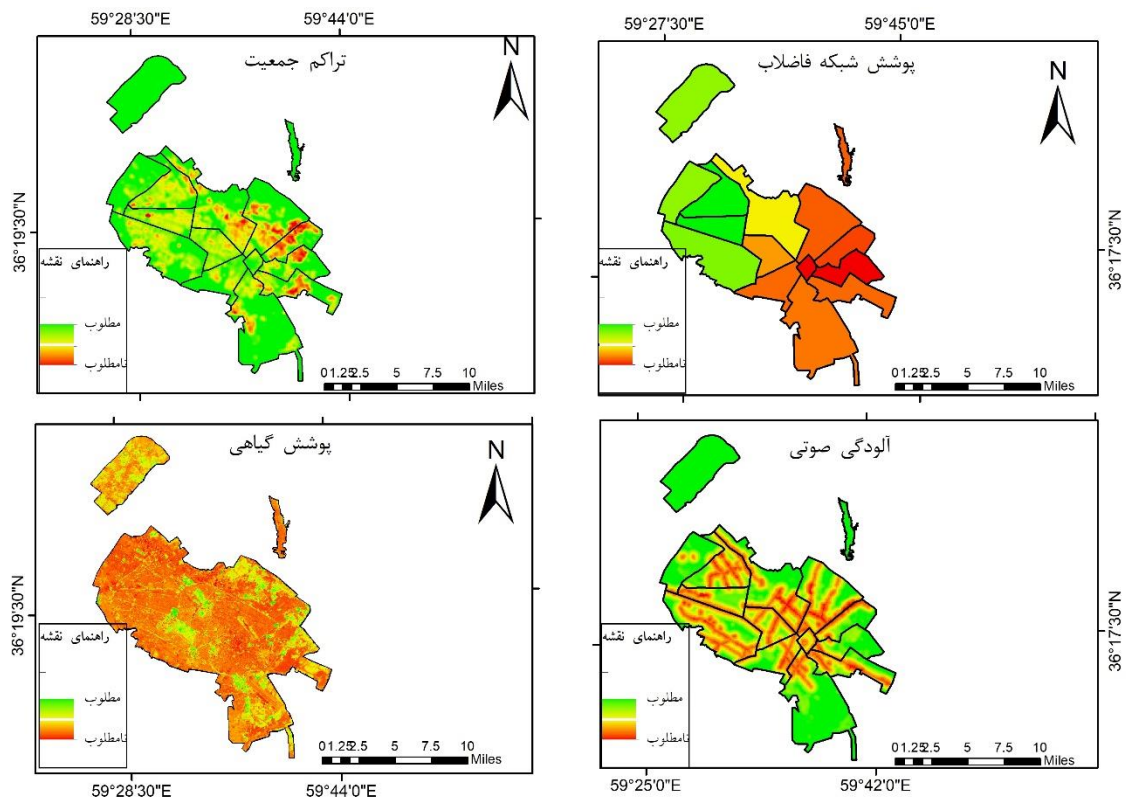
برای تهیه نقشه معیار آلودگی هوا از اطلاعات آلودگی هوا و ذرات معلق ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در شهر مشهد استفاده شده است. (شکل ۵) بر اساس نتایج شاخص آلودگی هوا از نظر تغییرات مکانی آلودگی هوا روند شمالی - جنوبی دارد و در مناطق شمالی و شمال شرقی بیشترین آلودگی هوا دیده می‌شود. به طوری که محلات جنوبی کمترین آلودگی و محلات شمالی بیشترین آلودگی را دارد. این پراکنش فضایی می‌تواند بیشتر ناشی از عوامل انسانی شامل ترافیک، و تراکم بالای جمعیت باشد.

برای بدست آوردن دمای سطح زمین از داده‌های ماهواره ای لندست ۸ در بازه زمانی یک سال (۲۰۲۰) استفاده گردید. از نظر توزیع مکانی قسمت های مرکزی شهر بالاترین میانگین دمای سطح زمین را دارند. ولی مناطق حاشیه شهر و قسمت های دارای پوشش گیاهی از لحاظ ارزش میانگین دمای سطح زمین در پایین ترین سطح قرار دارد. برای تهیه پراکنش فضایی حاشیه نشینی و سکونتگاه های غیر رسمی از داده های شهرداری مشهد در سال ۱۳۹۵ استفاده گردید که نشان از تمرکز حاشیه نشینی در مناطق شمال شرقی شهر می باشد. نقشه آسیب پذیری ساختمان از ترکیب نقشه های معیار کیفیت ساختمان، قدمت ساختمان، نوع مصالح و تراکم جمعیت استفاده گردید. در نقشه آسیب پذیری ساختمان ها، تغییرات مکانی نشان می‌دهد مناطق ۳ و ۴ شهر بیشترین میزان آسیب پذیری را به خود اختصاص داده که بیشتر می‌تواند به علت وجود ساختمانهای با قدمت بالا و فرسوده (سکونتگاه های غیر رسمی) و نوع مصالح این مناطق باشد.

برای تهیه نقشه تراکم جمعیت از داده‌های جمعیت سال ۱۳۹۵ در سطح بلوک‌های مسکونی شهر مشهد استفاده گردید که نتایج آن حاکی از تراکم بالای جمعیت در مناطق شمال غربی مشهد می‌باشد. تهیه نقشه پوشش شبکه

فاضلاب نیز بر اساس داده‌های شهرداری مشهد به فضایی نمایش داده شده است که از یک‌روند شرقی غربی حکایت دارد که می‌توان گفت با توجه به اینکه مناطق غربی در طول سال‌های اخیر ساخته شده‌اند میزان پوشش شبکه فاضلاب بالاتری دارند. به منظور نمایش توزیع مکانی معیار پوشش گیاهی سبزی‌نگی مناطق شهر، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای میزان NDVI محاسبه گردید با توجه به تغییرات مکانی پوشش گیاهی، مناطق ۱، ۲، ۸ و ۹ به دلیل وجود پارک‌های شهری بزرگ مثل پارک ملت، پارک ملک‌آباد، دانشگاه فردوسی و... از پوشش گیاهی بیشتری برخوردار است. برای تهیه نقشه آلودگی صوتی از ترکیب تراکم جمعیت با حریم راه‌های درجه یک و دو شهر استفاده گردید. با توجه به وجود راه‌های متعدد درجه یک و دو و تراکم بالاتر جمعیت در نواحی مرکز شهر بیشترین میزان آلودگی صوتی در نواحی مرکز شهر دیده می‌شود.





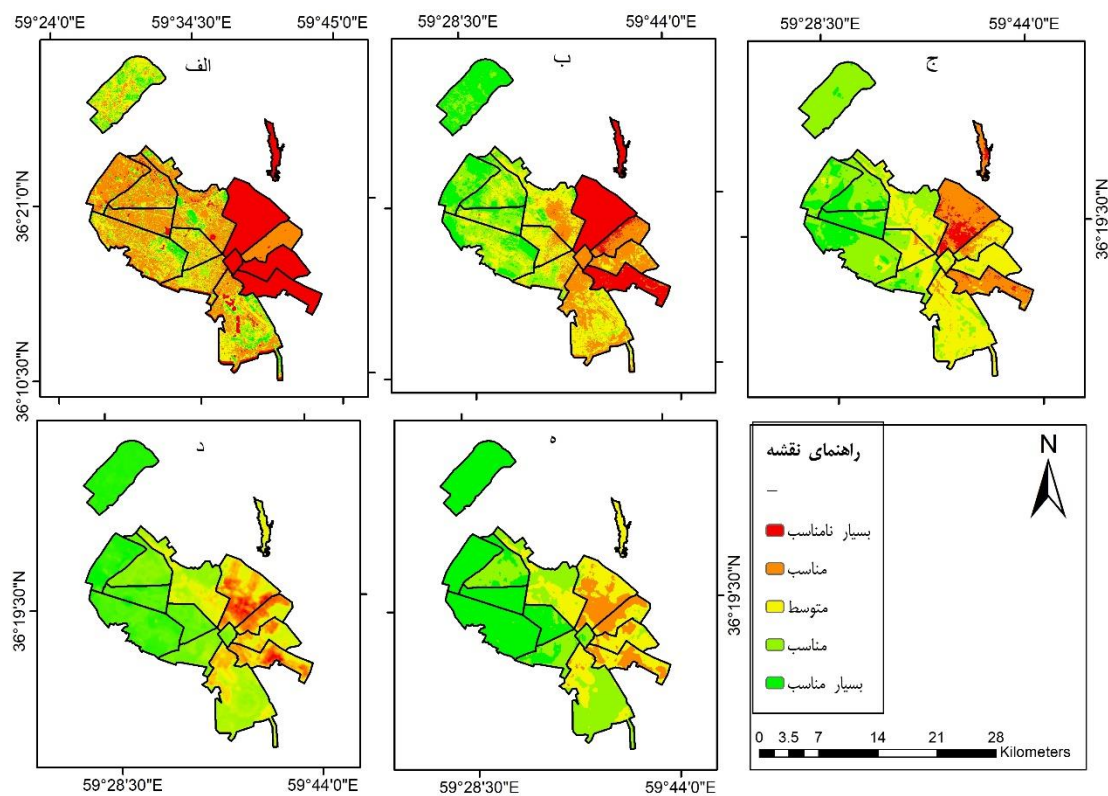
شکل: ۵. نقشه های شاخص های تحلیلی کیفیت محیط زیست شهر مشهد؛ (مأخذ: نگارندگان) در روش میانگین وزنی مرتب شده (OWA) جهت تعدیل وزن های اولیه معیارها برای تعیین سناریو های مختلف از وزن بندی مجدد (مرتب شده) استفاده می گردد. به منظور محاسبه مقادیر وزن های ترتیبی و همچنین مقدار آلفا در سناریو های مختلف (جدول ۳)، محاسبات طبق معادله روش (OWA) انجام شده است.

جدول ۳. انواع سناریو های تصمیم گیری (وزن های مرتب شده) در روش (OWA)

a=10000 OR	a=1 MIDOR	a=0.5 WCL	a=0.1 MIDAND	a=0.0001 AND	درجه ریسک اوزان ترتیبی
۰	۰,۰۰۰۷	۰,۱۲۵	۰,۷۸۱۲	1	۱
۰	۰,۰۰۱۴	۰,۱۲۵	۰,۰۶۷۵	۰	۲
۰	۰,۰۰۶۸	۰,۱۲۵	۰,۰۴۸۳	۰	۳
۰	۰,۰۱۶۵	۰,۱۲۵	۰,۰۲۹۲	۰	۴
۰	۰,۰۴۶۲	۰,۱۲۵	۰,۰۲۷۱	۰	۵
۰	۰,۱۱۶۶	۰,۱۲۵	۰,۰۱۹۷	۰	۶

۰	۰,۲۷۱۰	۰,۱۲۵	۰,۰۱۷۴	۰	۷
۱	۰,۵۴۰۸	۰,۱۲۵	۰,۰۰۹۶	۰	۸

در پایان نقشه‌های کیفیت محیط‌زیست شهری مشهد در پنج سناریوی (ریسک‌پذیری‌های متفاوت) مختلف ارائه شده است. که از بدبینانه‌ترین حالت (الف) تا خوش‌بینانه‌ترین حالت (ه) در شکل ۶ نمایش داده شده است.



شکل ۶. نقشه نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد؛ شکل (الف) حالت بسیار بدبینانه (درجه ریسک‌پذیری صفر)؛ شکل (ب) حالت بدبینانه (درجه ریسک‌پذیری ۰,۲۵)؛ شکل (ج) حالت خنثی یا بی‌طرف (درجه ریسک‌پذیری ۰,۵)؛ شکل (د) حالت خوش‌بینانه (درجه ریسک‌پذیری ۰,۷۵)؛ و شکل (ه) حالت بسیار خوش‌بینانه (درجه ریسک‌پذیری ۱). مأخذ: پژوهش‌های نویسندگان.

شکل ۶. نقشه‌های نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد. در شکل (الف) کیفیت محیط‌زیست حاصل از سناریو بسیار بدبینانه را به آلفای ۱۰۰۰۰ و درجه ریسک صفر نمایش می‌دهد و در این حالت ریسک‌پذیری در پایین‌ترین حد خود می‌باشد که این سناریو در مثلث تصمیم‌گیری معادل عملگر AND در نظر گرفته می‌شود. شکل (ب) نیز با آلفای ۱ و درجه ریسک ۰,۲۵ تا حدودی حالت تعدیل شده

عملگر AND به حساب می‌آید. شکل (۶ ج) در سناریوی سوم درجه ریسک برابر با ۰,۵ و مقدار الفای برابر 0.5 در نظر گرفته شده که به آن سناریوی خنثی می‌گویند و به همه معیارها وزن یکسانی داده شده است. در شکل (۶ د) مقدار آلفا ۰,۱ است و مربوط به سناریوی تعدیل شده عملگر OR می‌باشد و حالت خوش‌بینانه در تصمیم‌گیری را مدنظر قرار می‌دهد. شکل (۶ ه) که مطابق جدول ۳ مربوط به حالت‌های بسیار خوش‌بینانه است، این سناریوی به‌گونه‌ای بسیار خوش‌بینانه، ریسک‌پذیری بالایی را در تعیین کیفیت شاخص‌های محیط‌زیست قبول می‌کند که با الفای صفر، ریسک یک (صددرصد) را قبول می‌کند. به عبارت دیگر اجتماع معیارها را در نظر می‌گیرد.

بر اساس نقشه‌های نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد که در سناریوهای متفاوت توضیح داده شد، به‌طور کلی مناطق شمال غرب مشهد شامل ۳، ۴، ۵ و ۶ کیفیت محیطی کمتری نسبت به مناطق جنوب غربی شامل ۱، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ دارند.

جدول ۵. نسبت و مساحت با درجه مطلوبیت مختلف در شهر مشهد (برحسب کیلومتر مربع)

AND		MIDAND		WLC		MIDOR		OR		مطلوبیت
وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	
124.2	0.35	94.9	0.27	31.5	0.09	1.1	0.05	0.7	0.01	خیلی کم
94.9	0.27	86.3	0.22	86.8	0.25	36.2	0.1	10.8	0.05	کم
84.5	0.24	55.5	0.17	51.5	0.15	86.3	0.22	31.5	0.09	متوسط
33.2	0.09	64.4	0.19	99.1	0.31	90	0.24	35.8	0.1	زیاد
15.5	0.04	51.5	0.15	90	0.26	138.7	0.39	273.4	0.78	خیلی زیاد

جدول ۵ مقایسه کمی سطوح تناسب سناریوهای پنج‌گانه مطلوبیت کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد را ارائه می‌دهد. برای این تقسیم‌بندی از روش شکست طبیعی^۱ استفاده گردید. به‌طور کلی آنچه قابل توجه زیاد از اعداد این جدول می‌باشد توجه به مساحت قسمت‌های با درجه مطلوبیت خیلی کم و کم در سناریو AND می‌باشد به عبارت دیگر در این سناریو که بدبینانه‌ترین حالت می‌باشد به ترتیب ۳۵ و ۲۷ درصد از مساحت شهر مشهد شرایط مناسبی از نظر شاخص‌های محیط‌زیستی ندارد.

بحث

¹ Natural Breaks

در ارزیابی چند معیاره، وزن معیارها منبع اصلی نتایج است و تخصیص وزن معقول معیارها در اولویت قرار دارد. استفاده تنها از روش وزندهی ساده گاه زمانی دچار انحراف هایی می شود و ممکن است به بهترین حالت توصیف وزن معیارها دست پیدا نکند، بنابراین استفاده از الگوریتم OWA می تواند به طور موثر این بخش از خطا را رفع کند (فلورس-سوسا و همکاران^۱، ۲۰۲۱). روش OWA از خطاهای ناشی از غیر منطقی بودن وزن ها در تحلیل های سنتی جلوگیری می کند و همچنین فرصتی را ایجاد می کند تا تصمیم گیران در تصمیم گیری های خود سناریو های مختلفی را در اختیار داشته باشند و متناسب با شرایط، بهترین سناریو را انتخاب کنند. در نتیجه با توجه به یافته های این تحقیق برای ارتقاء سطح کیفیت محیط زیست شهر مشهد در آینده گزینه های بیشتری جهت انتخاب محدوده جغرافیایی وجود خواهد داشت.

در این تحقیق ۸ شاخص مهم و تأثیرگذار در ارزیابی کیفیت محیط زیست شهر مشهد انتخاب گردید و از الگوریتم OWA-GIS برای تجزیه و تحلیل و ارائه سناریو های مختلف استفاده گردید در این پژوهش یک روش جدید برای تجزیه و تحلیل کیفیت محیط زیست شهری ایجاد گردید. روش های مرسوم مورد استفاده جهت ارزیابی اراضی مناسب توسعه شهری در سطح کشور بیشتر با روش های وزندهی متداول (AHP و ANP) و تحلیل فضایی با مدل WLC (روش فازی گاما و سیستم استنتاج فازی) می باشد. که در این روش تنها به وزن معیارها توجه می شود و از درجه ریسک پذیری و ریسک گریزی استفاده نمی شود و نمی توان با این روش ها سناریوی متفاوت برای تصمیم گیری های آینده در نظر گرفت. اما روش OWA به همراه روش های وزندهی متداول (AHP و ANP) و روش های جدید وزندهی (LSP) می تواند نتایج بهتری برای بهبود تصمیم گیری های آینده در دسترس قرار دهد به صورتی که با توجه به شرایط داخلی و خارجی یک سازمان یا فضای جغرافیایی و سناریو های به دست آمده تصمیم های اجرایی اتخاذ گردد. نتایج به دست آمده از مطالعه فوق مشابه نتایج پژوهش اسدی و همکاران (۱۳۹۹)، تحت عنوان بررسی کیفیت محیط زیست زندگی شهری با استفاده از تحلیل چندمعیاره مکانی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران) می باشد با این تفاوت که در پژوهش حاضر تعداد شاخص ها افزایش پیدا کرده است که می تواند نتایج جامع تری نسبت به ارزیابی کیفیت محیط زیست ارائه دهد.

تحقیق در حوزه های مربوط به فعالیت های انسانی پویا و مدام در حال تغییر می باشد. این مطالعه فقط در سال ۱۴۰۱ تمایز فضایی کیفیت محیط زیست شهر مشهد را نشان می دهد و حاصل تغییرات در طول یک دوره زمانی نمی باشد در نتیجه نمی توان میزان اثرگذاری و نقش شاخص را مشخص کرد. در گام بعدی این پژوهش

¹ Flores-Sosa et al

ارزیابی تغییرات مکانی زمانی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد بررسی خواهد شد تا با استفاده از نتایج آن بتوان میزان تغییرات مکانی زمانی و تأثیر هر شاخص را مشخص کرد و در نهایت برای آینده پیش‌بینی نمود.

بر اساس نقشه‌های نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد (شکل ۶)، که در یک طبقه‌بندی فضایی مختلف (مناطق بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب) سطح کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد را نشان می‌دهد نکته قابل توجه که در همه سناریوهای به‌دست‌آمده از نقشه‌های مدل OWA مناطق شمال شرق مشهد (مناطق ۳، ۴، ۵ و ۶) در بدترین شرایط محیط زیستی زندگی می‌کنند و مناطق غرب و شمال غربی (مناطق ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) در شرایط بهتری به سر می‌برند. در نتیجه با توجه به شرایط نامناسب اقتصادی و عدم منابع مالی کافی جهت ارتقا کیفیت محیط‌زیست شهر در همه مناطق پیشنهاد می‌گردد مسئولان شهری با یک رویکرد خوش‌بینانه (شکل ۶.د) و درجه ریسک‌پذیری بالا؛ توجه بیشتری به مناطق شمال و شمال شرقی مشهد نمایند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش برای تحلیل کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد از هشت معیار استفاده شده است که عبارت است از: آلودگی هوا، پوشش گیاهی، آسیب‌پذیری ساختمان‌ها، تراکم جمعیت، دسترسی به شبکه فاضلاب دمای سطح زمین، آلودگی صوتی و میزان حاشیه‌نشینی می‌باشد. با استفاده از روش تلفیقی AHP-OWA معیارهای تحقیق مورد تجزیه و تحلیل و همپوشانی قرار گرفت و نقشه‌های نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد در سناریوهای مختلف تعیین گردید. آنچه به‌عنوان نتیجه نهایی این تحقیق می‌توان ذکر نمود کیفیت پایین شاخص‌های محیط زیستی در مناطق شمال شرقی شهر مشهد می‌باشد و در عوض کیفیت بالاتر وضعیت شاخص‌ها در مناطق غربی و جنوب غربی می‌باشد. بر اساس نقشه‌های نهایی کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد (شکل ۶)، که سطح کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد را نشان می‌دهد. و با توجه به شرایط مالی نامناسب مدیریت شهری در مشهد پیشنهاد می‌گردد که تصمیم‌گیرندگان مدیریت شهری با استفاده از سناریو MIDOR که در آن حدود ۵ و ۱۰ درصد وسعت شهر درجه مطلوبیت خیلی کم و کم را دارد مورد توجه ویژه قرار دهد.

با توجه به وضعیت کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد موارد زیر به‌عنوان راهکار بهبود کیفیت محیط‌زیست شهر پیشنهاد می‌گردد. با توجه به همبستگی بالای اکثر شاخص‌های در نظر گرفته با پوشش گیاهی و سبزی‌نگی محیط و تأثیر جسمی و روانی آن بر سلامت انسان، این شاخص به‌عنوان تأثیرگذارترین شاخص در کیفیت محیط‌زیست شهری شناخته می‌شود؛ بنابراین افزایش سطح فضای سبز به‌صورت گوناگون پیشنهاد می‌گردد. در

مناطق با تمرکز و تراکم بالای فعالیت‌ها مانند مناطق غربی که فضای آن‌چنانی برای افزایش فضای سبز افقی نیست استفاده از فضاهای پشت‌بام‌ها (بام سبزها) پیشنهاد می‌گردد. همچنین افزایش فضای سبز خطی در حاشیه خیابان‌ها می‌تواند سایر شاخص‌ها را بهبود بخشد و باعث کاهش آلودگی صوتی، افزایش رطوبت سطح زمین، ایجاد سایه، تعدیل دمای سطح زمین و کاهش آلودگی هوا شود. از موارد مهم دیگر جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیرمجاز و سکونت‌گاه‌های غیر رسمی می‌باشد چرا که در بیشتر نواحی این نوع کیفیت پایین شاخص‌های محیط‌زیست احساس می‌شود.

برای مطالعات و پژوهش‌های آتی با توجه به شناخت و درک نویسندگان این تحقیق، ارزیابی مکانی زمانی شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست شهر مشهد به همراه پیش‌بینی روند تغییرات در سطوح زمانی و مکانی پیشنهاد می‌گردد.

با درک اهمیت وزن‌دهی اولیه شاخص‌ها جهت تحلیل‌های بعدی پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌ها به‌جای استفاده از روش‌های وزن‌دهی رایج از روش وزن‌دهی منطق ترجیحی (LSP) استفاده گردد. مزیت این روش علاوه بر مقایسه زوجی، شاخص‌های مرتبط را بر اساس درجه همبودی و قابلیت جایگزینی مقایسه می‌کند.

منابع

1. Akbari, H. (2016). Analysis of the spatial evolution of the urban environment in Mashhad metropolis using the natural step future research approach. Dissertation for obtaining a doctorate degree (PhD) in the field of geography and urban planning, Faculty of Literature and Human Sciences, Dr. Ali Shariati, Department of Geography and Urban Planning, Mashhad .
2. Asadi, Y., Jolokhani Niyarki, M. R., Ezimand, Keyvan (2019), qualitative survey of urban life environment using spatial multi-criteria analysis (Case study: District 6 of Tehran), *Human Geography Research*, 52(1), 367-383.
3. Bagheri, M., Sulaiman, W. N. A., & Vaghefi, N. (2012). Land use suitability analysis using multi criteria decision analysis method for coastal management and planning: A case study of Malaysia. *Journal of Environmental Science and Technology*, 5(5), 364.
4. Batabyal, A. K., & Chakraborty, S. (2015). Hydrogeochemistry and water quality index in the assessment of groundwater quality for drinking uses. *Water Environment Research*, 87(7), 607-617.

5. Environmental Pollutants Monitoring Center of Mashhad. (2016). Air quality report, annual reports
6. Faisal, K., & Shaker, A. (2017). Improving the accuracy of urban environmental quality assessment using geographically-weighted regression techniques. *Sensors*, 17(3), 528.
7. Ferretti, V., & Pomarico, S. (2013). Ecological land suitability analysis through spatial indicators: An application of the Analytic Network Process technique and Ordered Weighted Average approach. *Ecological Indicators*, 34, 507-519.
8. Flores-Sosa, M., Avilés-Ochoa, E., Merigó, J. M., & Yager, R. R. (2021). Volatility GARCH models with the ordered weighted average (OWA) operators. *Information Sciences*, 565, 46-61.
9. Ghanbari, M. (2016). Livability, a new approach in urban planning (case study of Mashhad metropolis). Dissertation for obtaining a doctorate degree (PhD) in the field of geography and urban planning, Faculty of Literature and Human Sciences, Dr. Ali Shariati, Department of Geography and Urban Planning, Mashhad.
10. Gurrām, M. K. (2016). Urban environmental quality assessment at ward level using AHP based GIS multi-criteria modeling—a study on hyderabad city, India. *Asian Journal of Geoinformatics*, 15(3).
11. Harris, J. E. (2020). *The subways seeded the massive coronavirus epidemic in New York City* (No. w27021). National Bureau of Economic Research.
12. Harvey, D., (1996) Justice, nature and the geography of difference, *Blackwell:Oxford*.
13. Istamto, T., Houthuijs, D., & Lebret, E. (2014). Willingness to pay to avoid health risks from road-traffic-related air pollution and noise across five countries. *Science of the total environment*, 497, 420-429.
14. Jain, S., Sannigrahi, S., Sen, S., Bhatt, S., Chakraborti, S., & Rahmat, S. (2020). Urban heat island intensity and its mitigation strategies in the fast-growing urban area. *Journal of Urban Management*, 9(1), 54-66.
15. Jankowski, P., & Richard, L. (1994). Integration of GIS-based suitability analysis and multicriteria evaluation in a spatial decision support system for route selection. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 21(3), 323-340.
16. Javanbakht, M., and Kiyavarz moghadam, M., Neysani Samani, N., Zebardast, L., Darvishi Balorani, A. (2018). Spatio-temporal modeling of urban environment quality. *Human Geography Research (Geographic Research)*, 51(1), 229-247.
17. Khan, J. A., & Alnuweiri, H. M. (2004). A fuzzy constraint-based routing algorithm for traffic engineering. In *IEEE Global Telecommunications Conference, 2004. GLOBECOM'04.* (Vol. 3, pp. 1366-1372). IEEE.
18. Khan, M. J., Kumam, P., Kumam, W., & Al-Kenani, A. N. (2021). Picture Fuzzy Soft Robust VIKOR Method and its Applications in Decision-Making. *Fuzzy Information and Engineering*, 13(3), 296-322.

19. Khorasan Razavi Meteorological Organization (2015). Climate change and El Nino in Razavi Khorasan. Publications of Iran Meteorological Organization. First edition, Tehran.
20. Krishnan, V. S., & Firoz, C. M. (2020). Regional urban environmental quality assessment and spatial analysis. *Journal of urban management*, 9(2), 191-204.
21. Malczewski, J. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multi-criteria evaluation for land-use suitability analysis. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 2006, 8, 270–277.
22. Mashhad Municipality. (2013). Report of the annual analysis of the cultural and economic situation of Mashhad. Mashhad Islamic Council.
23. Montgomery, B., & Dragičević, S. (2016). Comparison of GIS- based Logic Scoring of preference and multicriteria evaluation methods: urban land use suitability. *Geographical analysis*, 48(4), 427-447.
24. Morais, P., & Camanho, A. S. (2011). Evaluation of performance of European cities with the aim to promote quality of life improvements. *Omega*, 39(4), 398-409.
25. Musse, M. A., Barona, D. A., & Rodriguez, L. M. S. (2018). Urban environmental quality assessment using remote sensing and census data. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 71, 95-108.
26. Nikoofam, M., & Mobaraki, A. (2020). Assessment of Quality of Life in the Urban Environment; Case Study: Famagusta, N. Cyprus. *Civil Engineering and Architecture*, 8(5), 860-872.
27. Robati, M., Monavari, S.M. and Majedi, H. (2015), Urban environment quality assessment by using composite index model. *Environ. Prog. Sustainable Energy*, 34: 1473-1480.
28. Saaty, T. L. (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of systems science and systems engineering*, 13(1), 1-35.
29. Sarker, M. N. I., Hossin, M. A., Hua, Y. X., Anusara, J., Warunyu, S., Chanthamith, B., ... & Shah, S. (2018). Low carbon city development in China in the context of new type of urbanization. *Low Carbon Economy*, 9(1), 45-61.
30. Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one*, 6(8), e23777.
31. Statistics Center of Mashhad Municipality (2015). Analysis of the statistics of Mashhad city in 2015. Statistics Center of Mashhad Municipality.
32. Tobia Zevi, A. (2019). The century of global cities: how urbanisation is changing the world and shaping our future. *The century of global cities*, 1-150.
33. Wang, Q., Liu, S., & Xiong, G. (2015). Multiple attribute group decision making method based on OWA operator and grey incidence analysis. *Grey systems: theory and application*.
34. Wang, Y.-M. and C. Parkan (2005). "A minimax disparity approach for obtaining OWA operator weights." *Information Sciences* 175(1): 20-29.

35. WHO. (1998). WHOQOL Measuring quality of life. 15. Division of Mental Health and Prevention of Substance Abuse.
36. Yanjun, L., & Ying, W. (2011). Study on resource-environment response to the rapid urban expansion of China. *Energy Procedia*, 5, 2549-2553.
37. Zabihi, H., Alizadeh, M., Kibet Langat, P., Karami, M., Shahabi, H., Ahmad, A., ... & Lee, S. (2019). GIS Multi-Criteria Analysis by Ordered Weighted Averaging (OWA): toward an integrated citrus management strategy. *Sustainability*, 11(4), 1009.
38. Zevi, A. (2019). The century of global cities: how urbanisation is changing the world and shaping our future. *The century of global cities*, 1-150.
39. Zhang, J. H., Guo, W. J., & Yao, F. M. (2007). The study on vegetation water content estimating model based on remote sensing technique. *J. Basic Sci. Eng*, 15(1), 45-53.
40. Zhang, Y., Chen, L., Wang, Y., Chen, L., Yao, F., Wu, P., ... & Zhang, T. (2015). Research on the contribution of urban land surface moisture to the alleviation effect of urban land surface heat based on Landsat 8 data. *Remote Sensing*, 7(8), 10737-10762.